Deutscher Bundestag
8. Wahlperiode

Drucksache 8/1077

24. 10. 77

Sachgebiet 75

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Mitteilung der Kommission an den Rat betreffend die Option des Schnellen Brüters in der Gemeinschaft – Begründung, Stand, Probleme und Aktionsaussichten

»EG-Dok. R/1958/77 (ATO 86)«

Vorbemerkung

In ihrer Mitteilung an den Rat vom 13. Mai 1977 „Die Gemeinschaft und die internationale Kernenergiesituation [1]) hat die Kommission weitere Mitteilungen, namentlich zu den Orientierungen der Gemeinschaft in den Bereichen Wiederaufarbeitung, Beseitigung radioaktiver Abfälle und Schnelle Brüter angekündigt.

Die vorliegende Mitteilung behandelt die Orientierungen der Gemeinschaft im Bereich der Schnellen Brüter.

---

[1]) KOM(77)163 endgültig

Druck: Thenée Druck KG, 53 Bonn, Tel.: (02221) 23 19 67
Alleinvertrieb: Verlag Dr. Hans Heger, 53 Bonn-Bad Godesberg 1, Postfach 821, Goethestr. 56, Tel. (02221) 36 35 51

Die Option des Schnellen Brüters in der Gemeinschaft – Begründung, Stand, Probleme und Aktionsaussichten

1. Die Energielage der Gemeinschaft und die mögliche Rolle der Kernenergie auf kurze und mittlere Sicht (bis zum Jahre 2000)

1.1. Die Einfuhrabhängigkeit der Gemeinschaft bei Kohlenwasserstoffen

Die Energieversorgung der Gemeinschaft ist durch eine starke Abhägigkeit (rund 58 v. H. im Jahre 1976) von Primärenergieeinfuhren, hauptsächlich Einfuhren von Kohlenwasserstoffen, gekennzeichnet.

Eine zunehmende weltweite Verknappung der Kohlenwasserstoffe könnte für die Gemeinschaft die Gefahr mit sich bringen, daß sie

— für eingeführte Kohlenwasserstoffe immer höhere Preise (real) zahlen muß, wodurch sich die Zahlungsbilanz verschlechtert,

— unabhängig von den Preisen nicht in der Lage ist, den gesamten Energiebedarf zu decken. Dies könnte für unser wirtschaftliches, soziales und politisches System Folgen haben, die sich nicht kalkulieren lassen.

Dieses Risiko kann selbst dann nicht bagatellisiert werden, wenn von einem relativ langsamen Wachstum des Energieverbrauchs der Gemeinschaft und einem vollen Erfolg der auf Energieeinsparungen und rationelle Energienutzung abzielenden Politik ausgegangen wird.

Selbst bei einer vergleichsweise langsamen Zunahme des Energiebedarfs der Industriestaaten wird der wachsende Energiebedarf der Entwicklungsländer bewirken, daß die globale Energienachfrage weiterhin einen Aufwärtstrend zeigt, der durch ein entsprechendes kontinuierliches Wachstum der Produktionskapazität für Kohlenwasserstoffe nicht völlig bewältigt werden kann.

Unter diesen Umständen ist es, wie der Rat schon 1974/1975 erkannt hat [2]), für die Gemeinschaft unumgänglich, die auf Energieeinsparungen gerichteten Bemühungen mit Anstrengungen zur Entwicklung alternativer Energiequellen zu koppeln.

Kernenergie und Kohle sind die einzigen Primärenergieträger, die kurz- und mittelfristig (bis zum Jahre 2000) einen wesentlichen Beitrag zum Ersatz von Kohlenwasserstoffen leisten könnten. Der potentielle Beitrag der Kernenergie ist jedoch begrenzt. Im Jahre 1976 war die Kernenergie mit rund 2,1 v. H. [3]) am Primärenergieverbrauch beteiligt. Dieser Anteil wird bis 1985 auf ungefähr 10 v. H.[3]) und bis zum Jahr 2000, wenn die nukleare Stromerzeugung voraussichtlich einen wesentlichen Anteil, jedoch nicht den ganzen Elektrizitätsbedarf decken wird [4]), auf ein Maximum von 20 bis 25 v. H.[3]) ansteigen.

Selbst wenn sich die Kernenergie einen wichtigen Platz in der Stromerzeugung erobert, würde der nicht-nukleare Anteil am Primärenergieverbrauch noch überwiegen.

Deshalb wird noch ein wesentlicher Anstieg der Verwendung von Kohle erforderlich sein, um die Primärenergienachfrage zu decken.

Die anderen neuen Energiequellen (Sonnenenergie, Erdwärme, usw.) werden bis zum Ende des Jahrhunderts einen zwar nützlichen, aber nicht als signifikant anzusehenden Beitrag leisten (ca. 5 v. H.).

1.2. Die Abhängigkeit der Gemeinschaft von Uraneinfuhren

Bei einer Entscheidung der Gemeinschaft zugunsten der Kernenergie ist die Abhängigkeit von Uraneinfuhren zu berücksichtigen.
Die Durchführung eines bedeutenden Kernenergieprogramms der vorstehend angegebenen Art könnte durch Schwierigkeiten bei der Versorgung mit Natururan behindert werden.

Wie die Vorkommen an fossilen Brennstoffen sind die Natururanvorkommen auf der ganzen Welt begrenzt, und die Ressourcen der Gemeinschaft stehen in keinem Verhältnis zu dem absehbaren Bedarf.

Nach den günstigsten derzeitigen Schätzungen belaufen sich die hinreichend gesicherten Weltreser-

---

[2]) Entschließungen des Rats vom 17. September 1974, 17. Dezember 1974 und 13. Februar 1975

[3]) Den nuklearen Anteilen von 2,1 v. H., 10 v. H. und 20 bis 25 v. H. am gesamten Primärenergieverbrauch in den Jahren 1976, 1985 und 2000 entsprechen 8,4 v. H., 30 v. H. und 50 bis 70 v. H. der nuklearen Stromerzeugung.

[4]) Die konventionellen Anlagen (vorwiegend Kohlekraftwerke) dürften noch lange für den Einsatz im Spitzenlastbereich vorgezogen werden.

[5]) Bei den hinreichend gesicherten Reserven der Welt (ohne UdSSR, Osteuropa und China) handelt es sich um Uran in bekannten Erzlagerstätten, das mit den verfügbaren Techniken innerhalb der genannten Kostenspanne gewonnen werden könnte. Der Preis des so geförderten Urans läge selbstverständlich im kommerziellen, wenn nicht politischen Ermessen der Erzeugerländer (Quelle: Uran – Ein gemeinsamer Bericht der Kernenergie-Agentur der OECD und der Internationalen Atomenergie-Organisation, 1976).

Gemäß Artikel 2 des Gesetzes vom 27. Juli 1957 zugeleitet mit Schreiben des Chefs des Bundeskanzleramtes vom 21. Oktober 1977 – 14 – 680 70 – E – Ke 6/77:

Diese Mitteilung ist mit Schreiben der Kommission der Europäischen Gemeinschaften vom 2. August 1977 dem Herrn Präsidenten des Rates der Europäischen Gemeinschaften übermittelt worden.

Die Anhörung des Europäischen Parlaments zu der genannten Mitteilung ist vorgesehen.

Eine Beschlußfassung durch den Rat dürfte kaum vor Dezember dieses Jahres erfolgen.

ven [5]) und die geschätzten zusätzlichen Reserven [6]), die zu Kosten von weniger als $ 30/lb (1975) gewinnbar sind, insgesamt auf rund 3,5 Mio Tonnen; davon besitzt die Gemeinschaft nur 3,5 v. H.

Wenn nicht innerhalb der Gemeinschaft [7]) sehr umfangreiche Uranvorkommen entdeckt werden, wird die Abhängigkeit von Uraneinfuhren bestehen bleiben.

Unbeschadet der Möglichkeit weiterer Uranfunde und der Nutzung von Uranvorkommen, die zu Kosten von mehr als $ 30 (1975) je lb abbauwürdig sind, ist als Planungsbasis anzunehmen, daß die Gemeinschaft von der vorstehend genannten Gesamtmenge (3,5 Mio Tonnen) nur etwa 1,2 Mio Tonnen bekäme, wenn sie ihren entsprechenden Anteil auf dem Weltmarkt erlangen könnte.

Damit ließe sich ein vergleichsweise bescheidenes Programm auf der Grundlage von thermischen Reaktoren durchführen, deren gesamtes Energieerzeugungspotential in der Größenordnung von 10 bis 14 Mrd. t RÖE [8]) liegen würde.

Zur Veranschaulichung kann gesagt werden, daß ein Energieerzeugungspotential von insgesamt 10 Mrd. t RÖE etwa der Energiemenge entspricht, die mit einer installierten Leistung von 200 GW in einem Zeitraum von 30 Jahren erzeugt wird. Die erwartete Entwicklung der installierten nuklearen Leistung geht von 20 GW im Jahre 1976 auf 80 bis 90 GW im Jahre 1985 und 200 bis 300 GW im Jahre 2000. Die Zahl 10 Mrd. t RÖE entspricht dem Fall, in welchem keine Wiederaufarbeitung und deshalb keine Uranium- und Plutoniumrückführung erfolgt; 13 Mrd. t RÖE entspricht dem Fall, in dem die Rückführung mangels schneller Brüter in thermischen Reaktoren vorgenommen würde.

Im Falle des Fehlens von schnellen Brütern könnte Kernernergie während einiger Dekaden einen wesentlichen Beitrag zur Diversifikation der Energiequellen und eine wichtige Entlastung der Zahlungsbilanz der Gemeinschaft darstellen [9]). Jedoch könnte sie weder als eine wirksame langfristige Energieoption der Gemeinschaft betrachtet werden, noch die Folgen der Abhängigkeit der Gemeinschaft von importiertem Uranium vermindern.

2. Die nukleare Option und der Schnelle Brutreaktor unter dem Blickwinkel der langfristigen Entwicklung des Energiebedarfs der Gemeinschaft (über das Jahr 2000 hinaus)

Vor einem Hintergrund der anhaltenden und immer schneller fortschreitenden Verschlechterung der Versorgung der Gemeinschaft mit Kohlenwasserstoffen nach der Jahrhundertwende ist es wesentlich, daß die Kernspaltung ihren Beitrag zur Energiebilanz der Gemeinschaft im ersten Teil des nächsten Jahrhunderts konstant halten und möglichst verbessern kann.

Vorstehend ist in Absatz 1.2. dargelegt, wie die Abhängigkeit der Gemeinschaft von Uraneinfuhren die Durchführung eines substantiellen Kernernergieprogramms beeinträchtigen und sogar eine verfrühte Einstellung des Programms verursachen könnte.

Ein solches Risiko kann die Gemeinschaft aus folgenden Gründen nicht eingehen:

a) die thermonukleare Fusion ist noch keineswegs eine nachgewiesene Technologie. Jedenfalls dürfte mit ihrer kommerziellen Nutzung nicht viel eher als Ende des ersten Viertels des nächsten Jahrhunderts zu rechnen sein.

b) Wie bedeutend der Beitrag der erneuerbaren Energiequellen (Sonnenenergie, Erdwärme, usw.) und der Kohle zur Energiebilanz der Gemeinschaft im ersten Teil des nächsten Jahrhunderts auch sein mag, es wäre unvernünftig zu erwarten, daß die erneuerbaren Energiequellen und Kohle den Rückgang sowohl der Versorgung mit Kohlenwasserstoffen als auch der Kernenergie ausgleichen könnten.

In diesem Zusammenhang muß die Schnellbrüteroption in Betracht gezogen werden.

Das Potential der Schnellen Brüter zur Ausnutzung von Natururan

Die Schnellen Brüter können Natururan oder abgereichertes Uran mindestens sechzigmal besser ausnutzen als thermische Reaktoren, was mindestens 0,6 Mio t RÖE je Tonne Uran entspricht.

Um zu veranschaulichen, was dies bedeutet, sei vermerkt, daß mit 5000 t Uran in Brutreaktoren eine Energiemenge erzeugt werden kann, die dem Energieinhalt der mutmaßlich technisch gewinnbaren Nordseeölreserven entspricht, d. h. rund 3 Mrd. t RÖE.

Uranmengen dieses Umfangs sind schon im Besitz einiger Gemeinschaftsländer, und für das auf thermischen Reaktoren basierende Programm wird man in den nächsten 30 Jahren weit größere Mengen einführen, die mit Hilfe Schneller Brüter eine fast unerschöpfliche Energiereserve werden könnten. Die vorstehend in Absatz 1.2. als Beispiel für die Uranmenge, die der Gemeinschaft insgesamt zur Verfügung gestellt werden könnte, genannten 1,2 Mio t Uran könnten bei Einsatz von Schnellen Brütern Energie im Umfang von rund 700 Mrd. t RÖE liefern; bei dem gegenwärtigen Primärenergieverbrauch (0,85 Mrd. t RÖE jährlich) stellt dies eine Energieversorgung für mehr als 800 Jahre dar.

Auf die Einführung des Schnellbrüters abzielende Strategie: Technische, wirtschaftliche und Brennstofflieferung betreffende Randbedingungen

Obwohl ein einzelner Schnellbrüter Uran sehr wirksam ausnutzen kann (wie bereits gesagt mindestens sechzigmal wirksamer als ein thermischer Reaktor),

6) Bei den geschätzten zusätzlichen Reserven handelt es sich um mutmaßlich in unerforschten Ausläufern bekannter Lagerstätten oder in unentdeckten Vorkommen in bekannten Uranprovinzen vorhandenes Uran, dessen Nachweis und Gewinnung innerhalb der angegebenen Kostenspanne als möglich angenommen wird (gleiche Quelle wie oben).

7) Die Gemeinschaft fördert Vorhaben im Rahmen der Uranschürfungsprogramme in den Mitgliedstaaten. Euratom-Verordnung 2014/76.

8) Tonnen Rohöläquivalent.

9) Der Anteil der Urankosten an den Stromerzeugungskosten ist weit niedriger als der Anteil der Ölkosten.

richtet sich die gesamte Uranausnutzung eines aus thermischen Reaktoren und schnellen Brütern bestehenden Systems nach dem jeweiligen Anteil der thermischen und der schnellen Reaktoren. Die gesamte Uranausnutzung des Verbundsystems wird mit dem Anteil der schnellen Reaktoren und der insgesamt installierten nuklearen Kapazität zunehmen. Der maximalen Ausnutzung bei einem System, das leichtwassergekühlte thermische Reaktoren und natriumgekühlte schnelle Reaktoren umfaßt, kommt man nahe, wenn der Anteil der schnellen Reaktoren 50 bis 70 v. H. beträgt.[10])

Der erforderliche Anteil der schnellen Reaktoren verringert sich, wenn die Leistungseigenschaften der schnellen oder der thermischen Reaktoren des Systems verbessert werden.

Dies bedeutet in erster Linie daß die Verbesserung der thermischen Reaktoren selbst im Falle einer erfolgreichen Brüterentwicklung eine lohnende Aufgabe bleibt.

Ferner wird deutlich, daß der Zeitaufwand für die Installierung von Schnellbrütern in einer Anzahl, die zur signifikanten Verbesserung der gesamten Uranausnutzung genügt, erheblich ist (mindestens 20 Jahre). Die Installierung schneller Brüter hängt wesentlich von dem Tempo ab, in dem Plutonium aus thermischen Reaktoren und aus den Brütern selbst verfügbar wird.

In Anbetracht der Uranversorgungslage der Gemeinschaft, wie sie sich gegenwärtig darstellt, muß mit dem Schnellbrüter das Ziel angesteuert werden, die erforderliche Ausweitung des Atomstromprogramms der Gemeinschaft im ersten Viertel des nächsten Jahrhunderts zu unterstützen und gleichzeitig den Jahresuranbedarf der Gemeinschaft schrittweise zu verringern.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Demonstrationsprogramme der Mitgliedstaaten dürfte mit der Markteinführung der Schnellbrüter frühestens Anfang der 90er Jahre begonnen werden können. Dies wiederum würde die Möglichkeit bieten, im ersten Viertel des nächsten Jahrhunderts eine Brüterkapazität aufzubauen, dank deren sich die Gemeinschaft schrittweise von der Notwendigkeit, Natururan und angereichertes Uran einzuführen, befreien und Anreicherungsdienste für ihre eigenen Zwecke bereitstellen könnte.

Diese gegenwärtigen Ziele des Schnellbrüterprogramms können nur erreicht werden, wenn die in verschiedenen Gemeinschaftsländern laufenden Brüterdemonstrationsprogramme keine Impulse einbüßen.

Eine Verzögerung der Markteinführung der Schnellbrüter könnte nicht durch die anschließende Beschleunigung des Brüterbauprogramms ausgeglichen werden, da das Tempo der Brüterinstallierung, wie bereits gesagt, wesentlich von der Plutoniumverfügbarkeit abhängt, die durch eine verzögerte Markteinführung beeinträchtigt würde. Käme es zu einer Uranverknappung in einem Stadium, in dem noch nicht genügend Brüter vorhanden sind, um dieser Verknappung entgegenzuwirken, so ergäben sich sehr ernste Folgen für die Abhängigkeit der Gemeinschaft von Uraneinfuhren, und eine Kürzung des Atomstromprogramms könnte sich als unumgänglich erweisen.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß eine starke Verzögerung bei der Durchführung der in der Gemeinschaft laufenden oder geplanten Schnellbrüterprogramme zum Verlust der Effizienz des Schnellbrüters als Energieversorgungsoption für den ersten Teil des nächsten Jahrhunderts führen könnte. Die Gemeinschaft würde dann nicht nur riskieren außerstande zu sein, den gesamten Energiebedarf für diese Periode zu decken, sie könnte auch nicht mehr hoffen, durch Kernenergie ihre Abhängigkeit von knappen und teuren ausländischen Brennstofflieferungen zu reduzieren.

Der Einsatz der Schnellbrüter wird selbstverständlich auch von ihrer Wirtschaftlichkeit abhängen. Die Energiepreise sind schon hoch genug (und werden weiter steigen), um die Billigkeit der Kernenergie und die außerordentliche Bedeutung der Verfügbarkeit von Energie in einer modernen Industriegesellschaft zu verdeutlichen.

Der Kapitalaufwand für einen Schnellbrüter ist höher als der für einen thermischen Reaktor. Die wirtschaftlichen Vorteile, in bezug auf den Brennstoffzyklus, dürften den höheren Investitionsaufwand jedoch wettmachen, namentlich vor dem Hintergrund steigender Uranpreise. Ein weiterer Ausgleich wird sich durch die größere Sicherheit der Energieversorgung ergeben.

Wenn der Unterschied zwischen schnellen und thermischen Reaktoren bezüglich des Kapitalaufwands langfristig bestehen bleibt, wird das ein wirtschaftlicher Anreiz sein, möglichst viele thermische Reaktoren in Betrieb zu halten, sobald das strategische Ziel der schnellen Reaktoren – die Verringerung des jährlichen Uranbedarfs auf einen hinreichend niedrigen Stand – erreicht worden ist.

3. Kurze Beschreibung des Entwicklungsstandes der Schnellbrüter in der Gemeinschaft

3.1. Programme der Mitgliedstaaten

In den meisten Mitgliedstaaten der Gemeinschaft wurde in den vergangenen zwanzig Jahren intensiv an der Entwicklung des Schnellbrüters mit Flüssigmetallkühlung gearbeitet.

In dieser Zeit wurden insgesamt über 2,5 Mrd. R.E. für die Brüterentwicklung ausgegeben. Heute entfallen auf die Brüterentwicklung rund 30 v. H. der Gesamtaufwendungen für FuE im Energiebereich. Diesen Bemühungen stehen eindrucksvolle technische Leistungen gegenüber. Es wurden nicht nur mehrere Versuchs- und Prototypreaktoren mit Erfolg gebaut und betrieben, sondern es ist auch ein großes

[10]) Unter dieser Bedingung würde die Mehrproduktion von Plutonium im Brüter gerade zur Beschickung der thermischen Reaktoren des Verbundsystems genügen und die gesamte Uranausnutzung wäre mit 0,6 Mrd. t RÖE je Tonne Uran die höchste, die mit schnellen Reaktoren erzielbar ist.

Brüterkraftwerk (1200 MW) im Bau und zwei weitere befinden sich in einem fortgeschrittenen Planungsstadium. Diesen Leistungen steht bisher nichts ähnliches in anderen Teilen der Welt gegenüber.

In der nachstehenden Tabelle sind die in Durchführung befindlichen oder zur Prüfung anstehenden Projekte nach Ländern oder Gruppen kooperierender Länder zusammengefaßt; das Datum der Inbetriebnahme ist in Klammern gesetzt.

Land	Reaktor-experimente	Prüfreaktoren	Prototypen (200 bis 300 MW)	Demonstrations-anlagen (~ 1200 MW)
Vereinigtes Königreich	DFR (1963)		PFR (1974)	CFR (Projekt noch nicht gebilligt)
Frankreich	Rapsodie (1967)		Phénix (1974)	Super-Phénix a) (1982)
Bundesrepublik Deutschland	KNK II d) (1977)		SNR 300 b) (1982)	SNR 2 c) (Projekt noch nicht gebilligt)
Italien		PEC (1981)		

a) In Zusammenarbeit mit Italien, der Bundesrepublik Deutschland, Belgien und den Niederlanden

b) In Zusammenarbeit mit Belgien und den Niederlanden. Das Vereinigte Königreich ist über eine nominelle Beteiligung am Central Electricity Generating Board (CEGB) auf EVU-Ebene eingeschaltet.

c) In Zusammenarbeit mit Frankreich, Italien, Belgien und den Niederlanden

d) In Zusammenarbeit mit Belgien und den Niederlanden

Die Tabelle zeigt, daß mehrere Mitgliedstaaten beim Bau von Demonstrationsanlagen zusammenarbeiten.

Durch die erfolgreiche technische Entwicklung der Schnellbrüter und des zugehörigen Brennstoffzyklus erobert sich die Kernindustrie der Gemeinschaft eine führende Position [11]).

Eine Verzögerung der gegenwärtig geplanten Programme würde nicht nur die künftige Energieversorgungslage der Gemeinschaft beeinträchtigen, wie vorstehend unter Punkt 1.2. dargelegt, sondern würde sie auch nachteilig auf die FuE und die geplante industrielle Entwicklung auswirken.

---

11) Wichtigste Industriestrukturen und Konsortien, die für die Förderung der Schnellbrüterentwicklung geschaffen worden sind:

— Elektrizitätsversorgungsunternehmen:
SBK (RWE + SEP + Synatome) : Eigentümerin des SNR 300
NERSA (EdF + ENEL + SBK) : Eigentümerin des Superphénix
ESK (SBK + ENEL + EdF) : künftige Eigentümerin des SNR 2

— Reaktorbauunternehmen und Regierungsorganisationen:
NOVATOME/NIRA : Bau des Superphénix
CEA-CNEN-NIRA-AGIP NUCLEARE : französisch-italienische Zusammenarbeit
INB : Bau des SNR 300
INTERATOM – GFK – CEA : französisch-deutsche Zusammenarbeit bei FuE
INB/NOVATOME : französisch-deutsch-belgisch-niederländische Zusammenarbeit beim Bau schneller Reaktoren
SERENA (INTERATOM + GfK + belgische und niederländische Partner) + (CEA + NOVATOME) : Holding-Gesellschaft für Schnellbrüter Know-how.

Erläuterungen:

CEA	=	Commissariat à l'Energie Atomique
CNEN	=	Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare
EdF	=	Electricité de France
ENEL	=	Ente Nazionale per l'Energia Elettrica
ESK	=	Europäische Schnellbrüter-Kernkraftwerkgesellschaft
GfK	=	Gesellschaft für Kernforschung
INB	=	Internationale Natrium-Brutreaktorbaugesellschaft
NERSA	=	Centrale Nucléaire Européenne à Neutrons Rapides SA
NIRA	=	Nucleare Italiana Reattori Avanzati
RWE	=	Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerke AG
SBK	=	Schnellbrüter-Kernkraftwerkgesellschaft
SEP	=	Samenwerkende Elektriciteit-Produktie Bodrijven
SERENA	=	Société Européenne pour la Promotion des Systèmes Réacteurs Rapides au Sodium

3.2. Das gegenwärtige Vorgehen der Gemeinschaft

Der Ansatz der Gemeinschaft zur Schnellbrüterentwicklung ist gegenwärtig durch die folgenden beiden Aktivitäten gekennzeichnet:

a) Arbeiten mit dem Ziel, die Zusammenarbeit und die Koordinierung der einzelstaatlichen Programme im Rahmen des Koordinierungsausschusses schnelle Reaktoren [12]) und seiner beiden Arbeitsgruppen für die Gebiete Sicherheit und Normen und Standards für Entwurf und Konstruktion zu verbessern.

b) Durchführung eines eigenen Forschungsprogramms (direkte Aktion) in der Gemeinsamen Forschungsstelle auf dem Gebiet der Sicherheit schneller Reaktoren und der plutoniumhaltigen Brennstoffen.

Die Anlage gibt einen genaueren Überblick über diese Aktivitäten, die zum großen Teil auf Sicherheitsaspekte ausgerichtet sind. Die künftigen Aktionen zur Förderung der Schnellbrüterentwicklung werden voraussichtlich auf diesen Grundlagen aufbauen, wobei neue Initiativen in anderen Bereichen nicht auszuschließen sind.

4. Probleme, die der Einführung und Verwendung der Schnellbrüter im Wege stehen. Erforderliche Maßnahmen zur Lösung dieser Probleme.

Die vorstehenden Ausführungen haben gezeigt, wie wichtig es ist, eine rechtzeitige Entwicklung und Verwendung der Schnellbrüter sicherzustellen.

Es wäre falsch, die Vielzahl der schwierigen Probleme zu unterschätzen, die noch gelöst werden müssen, bevor der Einsatz der Schnellbrüter möglich ist.

Die zur erfolgreichen großtechnischen Einführung der Schnellbrüter zu bewältigenden Probleme sind in vieler Hinsicht komplexer, als diejenigen, die mit der schon weitgehend erfolgten Einführung der gegenwärtigen thermischen Reaktoren verbunden sind. Insbesondere ergibt sich aus der Notwendigkeit, den Brennstoffkreislaufdienst der schnellen Reaktoren von den allerersten Stufen des Einsatzes an sicherzustellen, eine neue Dimension für die politischen, wirtschaftlichen, industriellen, technischen und ökologischen Probleme.

Probleme und erforderliche Maßnahmen

Die wichtigsten Probleme, die bis heute erkannt worden sind, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

4.1. Vereinbarkeit der Schnellbrüter mit der Notwendigkeit der Nutzung von Kernenergie für ausschließlich friedliche Zwecke;

4.2. Annehmbarkeit der Technologie unter Gesichtspunkten der Sicherheit und des Umweltschutzes;

4.3. Wiederaufbereitung und Rückführung von Schnellbrüter-Brennstoffen;

4.4. technische Hindernisse, die sich aus unterschiedlichen Normen und Standards für Planung, Herstellung und Inspektion ergeben;

4.5. erforderliche finanzielle Aufwendungen.

Die Entwicklung der Schnellbrüter erfordert angemessene Lösungen dieser Probleme, die auch helfen werden, den Bedenken der Öffentlichkeit gegenüber diesem Reaktortyp zu begegnen.

Nachstehend sind die Elemente für weitere Gemeinschaftsaktionen um die obigen Punkte 4.1. bis 4.5. gruppiert.

4.1. Vereinbarkeit der schnellen Reaktoren mit der Notwendigkeit der Nutzung der Kernenergie zu ausschließlich friedlichen Zwecken

Im Unterschied zu den thermischen Reaktoren der derzeitigen Generation ist die Möglichkeit der Plutoniumextraktion aus bestrahlten Brennstoffen von thermischen und schnellen Reaktoren sowie die Möglichkeit der Beförderung, Handhabung und sicheren Aufbewahrung der potentiell anfallenden großen Plutoniummengen eine Vorbedingung für den kommerziellen Betrieb von schnellen Reaktoren.

Den Auswirkungen einer „Plutoniumwirtschaft" ist in letzter Zeit viel Aufmerksamkeit gewidmet worden. Der vor kurzem ergangene Beschluß der amerikanischen Verwaltung zu einer Aussetzung der kommerziellen Aufarbeitung und Rückführung von Plutonium auf unbestimmte Zeit in den Vereinigten Staaten hat unmittelbar zu parallelen Beschlüssen über die Verschiebung des Datums für die kommerzielle Inbetriebnahme von schnellen Brutreaktoren geführt. Diese Beschlüsse sind weitgehend darauf ausgerichtet, eine Verbreitung von spaltbarem Material (d. h. Plutonium) zu nichtfriedlichen Zwecken zu verhüten.

Es sollte jedoch darauf hingewiesen werden, daß die wichtigsten kurzfristigen Probleme im Zusammenhang mit der Verwendung von Plutonium zu ausschließlich friedlichen Zwecken vor allem mit der Aufarbeitung und Rückführung, jedoch nicht spezifisch mit dem Reaktortyp, in den die Plutoniumrückführung erfolgt, zusammenhängen.

Das Plutonium-Gesamtinventar ist mehr von der kumulierten Plutoniumproduktion der thermischen Reaktoren abhängig als von irgendeinem anderen Faktor, zumindest während der Demonstrationsphase und der anfänglichen Kommerzialisierung der schnellen Brutreaktoren (etwa bis im Jahre 2000).

Aus diesen Gründen sind die möglichen kurz- und mittelfristigen Lösungen der in dem Dokument „Elemente einer gemeinschaftlichen Strategie für das Gebiet der Wiederaufbereitung bestrahlter Kernbrennstoffe" [13]) behandelten Probleme in groben Zügen den hier dargelegten Problemen angemessen;

---

[12]) Vom Rat im April 1970 eingesetzter Ausschuß, dessen Auftrag es ist, für die Koordinierung und das Zusammenwirken bei der Durchführung der verschiedenen Programme auf möglichst breiter Ebene mit Hilfe der geeignetsten Verfahren zu sorgen und in diesem Zusammenhang hilfreiche Anregungen zu geben.

[13]) KOM(77)331 final

die Kommission erläutert in jedem Dokument ihre Strategie im Bereich der Aufarbeitung bestrahlter Brennstoffe, insbesondere derjenigen aus thermischen Reaktoren.

Auf längere Sicht (über das Jahr 2000 hinaus) darf jedoch nicht übersehen werden, daß im Falle eines erfolgreichen Einsatzes der schnellen Brutreaktoren der erbrütete Brennstoff (Plutonium) nach und nach zum dominierenden Spaltstoff wird, was zur Folge hat, daß viel größere Mengen behandelt werden müssen als auf kurze und mittlere Sicht.

Es wäre verfrüht, bereits jetzt auf spezifische Maßnahmen auf diesem Gebiet hinzuweisen. Eine Konzertierung auf Gemeinschaftsebene muß jedoch lange vor der Kommerzialisierung der schnellen Brutreaktoren zustande kommen, damit alle Maßnahmen für optimale technische, wirtschaftliche und industrielle Lösungen unter dem Blickwinkel der Notwendigkeit, die ausschließlich friedliche Verwendung der Spaltstoffe (insbesondere des Plutoniums) sicherzustellen, beurteilt werden können. Die in der Demonstrations- und ersten Kommerzialisierungsphase der schnellen Brutreaktoren (bis zum Jahre 2000) notwendige Aufarbeitung und Rückführung wird unschätzbare Informationen für eine längerfristige Beurteilung liefern, bei der die Forderung nach neuen Lösungen auf Gemeinschaftsebene oder internationaler Basis zu berücksichtigen sind.

Zusammenfassend ergibt sich, daß die schnellen Brüter in der Phase der Demonstration und ersten Kommerzialisierung (bis zum Jahre 2000) kein nennenswertes zusätzliches Risiko aufwerfen, das mit der Forderung, die Kernenergie zu ausschließlich friedlichen Zwecken zu nutzen, nicht in Einklang stünde. Man kann sogar sagen, daß die Erfahrung, die man in dieser Phase gewinnen wird, den besten Weg zur Lösung der anstehenden Probleme weisen und eine zuverlässige Basis für angemessene und sinnvolle Vergleiche mit möglichen Alternativoptionen liefern wird.

4.2. Annehmbarkeit der Technologie vom Standpunkt der Sicherheit

Um annehmbar zu sein, muß die Auslegung von schnellen Brutreaktoren hinsichtlich Sicherheit, Strahlenschutz und Umweltauswirkungen unter normalen Betriebsbedingungen und bei Unglücksfällen derjenigen von bereits eingeführten thermischen Reaktoren entsprechen.

Eine der wichtigsten Aufgaben der zur Zeit in den Ländern der Gemeinschaft laufenden Demonstrations- und Sicherheitsprogramme für Schnelle Reaktoren besteht in der allmählichen Erfüllung dieser Bedingung.

Die beim Betrieb der Prototypen von schnellen Brutreaktoren (Phénix, PFR) gesammelten Erfahrungen haben bereits gezeigt, daß ein schneller Reaktor hinsichtlich der kontrollierten radioaktiven Ableitungen den gleichen Standortbedingungen genügen kann wie thermische Reaktoren.

Man darf jedoch nicht übersehen, daß die standortwahl von Reaktoren generell dadurch erschwert wird, daß die Zahl der erstklassigen Standorte (prime sites) abnimmt; aus diesem Grund wird eine Harmonisierung der Auffassungen über die Standortwahl für Kernkraftwerke, insbesondere für kommerzielle Brüter innerhalb der Gemeinschaft mit der Zeit immer dringender werden.[14])

Die eingehende Untersuchung der verschiedenen möglichen Sicherheitsaspekte, die kommerzielle schnelle Brüter beeinflussen könnten, d. h.:

- die Ermittlung aller die Sicherheit beeinflussenden Vorfälle (Unfälle) und ihrer Folgen,
- die Analyse der Reaktion des Kernkraftwerks auf Störungen; diese Analyse hätte eine verbesserte Unfallbeschreibung und eine bessere Definition der Sicherheitsmargen zum Ziel,
- experimentelle Prüfungen der bei der Sicherheitsanalyse angewandten Modelle,

erfordert kontinuierliche und verschiedenartige Anstrengungen bei der Software-Entwicklung und Ausarbeitung der erforderlichen Materialien, Entwürfe und Auslegungsdaten, von denen viele experimentell geprüft werden müssen.

Sicherheitsprogramme mit dem oben dargelegten Ziel sind eine unerläßliche Ergänzung zum Bau und Betrieb der Demonstrationsreaktoren, da es letztlich von der Überzeugungskraft solcher Programme abhängt, ob kommerzielle Brutreaktoren als annehmbar betrachtet werden oder nicht.

Soweit Demonstrationsprojekte den notwendigen Brennpunkt für Sicherheitsprogramme bilden und zur experimentellen Nachprüfung beitragen, liegt die Durchführung solcher Projekte im Interesse der Sicherheit künftiger Schnellbrüter.

In den Mitgliedstaaten laufen auf dem Gebiet der Sicherheit ausgedehnte Arbeiten (in Höhe von jährlich rund 50 Mio RE). Hierzu kommen die im Rahmen der Gemeinschaft von der gemeinsamen Forschungsstelle[15]) durchgeführten Arbeiten (jährlich rund 10 Mio RE).

Die Kommission hält größere Anstrengungen durch die Gemeinschaft auf dem Gebiet der Sicherheitsprogramme der schnellen Brüter für erforderlich. Diesbezügliche Arbeiten könnten zur Stärkung der auf nationaler Ebene bereits laufenden Zusammenarbeit sowie zur Unterstützung und Vereinigung der einzelstaatlichen Arbeiten und schließlich zur Erleichterung der Annahme schneller Brüter beitragen, indem sie einer kohärenten gemeinschaftlichen Lösung den Weg bereiten.

Die Kommission bemüht sich zur Zeit, in den genannten Bereichen spezifische Themen für Sicherheits-FuE, denen nicht in angemessener Weise Vorrang zuerkannt worden ist, ausfindig zu machen.

Die Kommission beabsichtigt deshalb, im Hinblick auf alle relevanten Sicherheits- und Umweltprobleme im Zusammenhang mit den schnellen Reaktoren im Laufe des Jahres 1978 Vorschläge zur Verstärkung der Aktion der Gemeinschaft im Bereich

[14]) Die Kommission hat dem Rat bereits Vorschläge für eine Konzertierung über Kraftwerksstandorte auf Gemeinschaftsebene unterbreitet [Dok. KOM(76)576 endg.].

[15]) Siehe Anhang Abschnitt B.

der Sicherheits-FuE für Schnelle Reaktoren vorzulegen.

4.3. Wiederaufbereitung und Rückführung von Brennstoffen für schnelle Reaktoren

Wie bereits unter 4.1. erwähnt, ist an eine Kommerzialisierung von schnellen Reaktoren nicht zu denken, solange keine Brennstoffaufbereitungsanlagen mit ausreichenden Kapazitäten vorhanden, sind, d. h.

— Kapazitäten zur Aufarbeitung von Brennstoffen aus thermischen Reaktoren zu Bereitstellung des Plutoniums für den Erstkerneinsatz der schnellen Brüter,
— Kapazitäten zur Aufarbeitung des Brennstoffes aus schnellen Reaktoren zur Rückführung des Plutoniums aus den Kernen und Brutzonen der schnellen Reaktoren.

Zuerst müssen natürlich die verschiedenen Probleme im Zusammenhang mit der Schaffung der Kapazitäten zur Aufarbeitung von Brennstoffen aus thermischen Reaktoren gelöst werden. Diese Probleme sind im Dokument „Elemente einer gemeinschaftlichen Strategie für das Gebiet der Wiederaufbereitung bestrahlter Kernbrennstoffe" [16]) eingehender behandelt.

Die spezifischen technischen Probleme der Aufarbeitung von Brennstoffen aus schnellen Reaktoren müssen bereits jetzt angegangen werden, da Entwicklung und Demonstration der geeigneten Technologie längere Zeiten beanspruchen.

Die Kommission beabsichtigt, zusammen mit den interessierten Stellen den Einfluß von Parametern des Brennstoffkreislaufs von schnellen Reaktoren wie die Dauer der Kühlung und Aufarbeitung von bestrahlten Brennstoffen auf die erreichbare Kommerzialisierungsrate eingehend zu analysieren. Dies erfordert im Rahmen der derzeitigen Möglichkeiten eine Beurteilung des Entwicklungsstandes der technisch und wirtschaftlich durchführbaren Erstgenerationsverfahren und fortgeschrittenen aussichtsreichen Alternativverfahren, um den möglichen Zeitplan für den Bau einer ersten kommerziellen Anlage festzustellen. Die Ergebnisse dieser anfänglichen Untersuchungen sollen eine bessere Definition der Strategien zur Kommerzialisierung der schnellen Reaktoren innerhalb der Gemeinschaft ermöglichen.

4.4. Durch unterschiedliche Normen und Standards für Planung, Herstellung und Inspektion bedingte technische Hindernisse

Der Technologietransfer von Land zu Land und die Einführung eines harmonisierten Genehmigungsverfahrens für schnelle Reaktoren können behindert werden, wenn Normen und Standards für Planung, Herstellung und Inspektion von Anlagen und Komponenten verschieden sind.

[16]) KOM(77) 331 endg.

Eine dem Koordinierungsausschuß „Schnelle Reaktoren angehörende Arbeitsgruppe Normen und Standards prüft zur Zeit diesen Punkt [17]) und arbeitet Vorschläge für künftige Aktionen aus, wobei die Entschließung des Rates vom 22. August 1975 über die technologischen Probleme der nuklearen Sicherheit [18]) berücksichtigt wird.

Diese Vorschläge betreffen folgende Aspekte:

— Gemeinsame Leitlinien für Planungs-, Herstellungs- und Inspektionsnormen im Hinblick auf eine schrittweise Angleichung potentiell widersprüchlicher einzelstaatlicher Normen;
— strukturelle Analyse wichtiger Ausrüstungen;
— Spezifikationen für derzeitige und künftige Werkstoffe für wichtige Komponenten und Strukturen;
— Einteilung der Komponenten nach ihrer Bedeutung für die Sicherheit.

Die Kommission wird im Laufe des Jahres 1978 Vorschläge auf dem Gebiet der Normen und Standards für Schnelle Reaktoren vorlegen, die auch FuE-Tätigkeiten betreffen können.

4.5. Mittelaufwand

Die Entwicklung und Demonstration der schnellen Reaktoren, einschließlich ihres Brennstoffkreislaufs bis zu dem Punkt, da diese Reaktoren Anfang der 90er Jahre eine effektive Energie-Option darstellen, erfordern hohe Investitionen und sind mit einem außergewöhnlich hohen Risiko belastet. Beispielsweise ist zu erwarten, daß sich die Kosten für die Durchführung oder in der Planung befindlichen Projekte (siehe Abschnitt 3, Seite 4) einschließlich Demonstration der Wiederaufarbeitung und der Rückführung auf 5 bis 6 Mrd. Rechnungseinheiten belaufen werden [19]). Die Mitgliedstaaten und ihre Industrieunternehmen, die diese Entwicklungs- und Demonstrationsarbeiten durchführen und leiten, könnten eine im Vergleich zu ihren Verfügbarkeiten zu große Last zu tragen haben. Die mit der Entwicklung und Demonstration einer neuen Kerntechnologie verbundenen besonderen Aspekte wie die langen Fristen, die hohen erforderlichen Beträge, die Neuartigkeit und die aus Verzögerung resultierenden enormen finanziellen Verluste erfordern die Entwicklung von Finanzierungsstrukturen, die eine breitere Risikoverteilung ermöglichen, ohne daß dadurch die für den Fortschritt auf diesem Gebiet notwendige industrielle Konzentration gestört wird. Aus diesen Gründen ist es wichtig, daß die Gemeinschaft zur Finanzierung der Demonstrationsvorhaben für schnelle Brutreaktoren einschließlich ihres Brennstoffkreislaufs unter Einsatz von finanziellen Instrumenten beiträgt, die vorhanden sind oder geschaffen werden könnten.

Andere Maßnahmen sind in Verbindung mit Möglichkeiten wie der Gewährung des Status eines gemeinsamen Unternehmens zu prüfen. Solche Maßnahmen müssen im Einklang mit den Wettbewerbsbestimmungen der Verträge stehen.

[17]) siehe Anhang, Abschnitt A 3
[18]) ABl. EG Nr. C 185 vom 14. August 1975
[19]) Wert 1977

5. Schlußfolgerungen und Empfehlungen

Da sich die Versorgung der Gemeinschaft mit Kohlenwasserstoffen nach dem Jahr 2000 ständig und immer schneller verschlechtern wird, muß die Kernspaltung ihren Beitrag zur Energiebilanz der Gemeinschaft im ersten Teil des nächsten Jahrhunderts wie bisher leisten und nach Möglichkeit verbessern.

Deshalb müssen die Gemeinschaft und ihre Mitgliedstaaten an der Absicht festhalten, den Stromversorgungsunternehmen zu Beginn der 90er Jahre schnelle Brüter auf einer kommenrziellen Basis zur Verfügung zu stellen.

Bei der Verwirklichung dieser Absicht werden ständig einschlägige Erfahrungen sowie Beurteilungselemente erlangt, die beim Vergleich der schnellen Brüter mit alternativen Strategien ins Gewicht fallen können.

Dies erfordert die erfolgreiche Fortsetzung des im Gang befindlichen Demonstrationsprogramms und die Konsolidierung der notwendigen industriellen Infrastruktur für den Reaktor selbst und für seinen Brennstoffkreislauf. Eine weitere wichtige Voraussetzung ist, daß die Gesellschaft die zugehörigen Technologien akzeptiert; im Hinblick darauf müssen die Probleme der Sicherheit, des Strahlenschutzes und der Auswirkungen auf die Umwelt in angemessener Weise gelöst werden.

Da sich die Brüterentwicklung in Europa bereits in der industriellen Phase befindet, ist die Kommission der Meinung, daß die Gemeinschaft auf der Basis ihrer gegenwärtigen Aktivitäten im nuklearen Bereich eine unterstützende Rolle spielen und danach trachten sollte, die Annahme der Technologien durch eine weitere Verstärkung der Aktivitäten, deren Ziel es ist, die Sicherheit der Bevölkerung und den Schutz der Umwelt zu gewährleisten, die Nutzung der Kernenergie zu ausschließlich friedlichen Zwekken sicherzustellen und die technischen Hindernisse zu beseitigen, zu erleichtern und zu beschleunigen. Auf dieser Basis bittet die Kommission den Rat um sein Einverständnis damit, daß

— die Gemeinschaft und ihre Mitgliedstaaten an der Option festhalten müssen, den Elektrizitätsversorgungsunternehmen schnelle Brüter auf einer Kommerziellen Basis zu Beginn der 90er Jahre zur Verfügung zu stellen,

— die Demonstration der Schnellbrütertechnologien von der Industrie ohne Unterbrechung fortgesetzt wird und daß gleichzeitig verstärkte Bemühungen auf angemessene Auslegung dieses Reaktorsystems unter den Gesichtspunkten der Sicherheit, des Strahlenschutzes und der Umweltfreundlichkeit zu richten sind,

— die Gemeinschaft die im Hinblick auf die genannten Ziele zu erfüllenden Aufgaben unterstützen sollte.

Anhang

Tätigkeiten im Bereich der schnellen Reaktoren

Einleitung

Die Kommission der Europäischen Geleinschaften betätigt sich im Bereich der schnellen Brutreaktoren auf zwei Gebieten:

a) Tätigkeiten zur Verbesserung der Koordinierung und des Zusammenwirkens der einzelstaatlichen Programme im Rahmen des Koordinierungsausschusses Schnelle Reaktoren und seiner beiden Arbeitsgruppen auf den Fachgebieten Sicherheit sowie Normen und Standards;

b) Durchführung eines eigenen Forschungsprogramms (Programm der direkten Aktion) in den Anstalten Ispra (Italien) und Karlsruhe (Bundesrepublik Deutschland) der Gemeinsamen Forschungsstelle auf dem Gebiet der Sicherheit der schnellen Reaktoren und der Plutoniumbrennstoff-Forschung. Diese Tätigkeiten werden mit den einzelstaatlichen Forschungsprogrammen koordiniert, vor allem durch die Beratenden Programmausschüsse.

A. Tätigkeiten des Koordinierungsausschusses Schnelle Reaktoren

1. *Vorausschauen und strategische Untersuchungen über schnelle Reaktoren*

Der Ausschuß hat vom Anfang seiner Tätigkeiten an größte Bedeutung auf Forschungen gelegt, die dazu bestimmt sind, die Rolle und die Entwicklungsaussichten der schnellen Reaktoren in der Gemeinschaft, die Auswirkungen der Einführung dieser Reaktoren auf die Energiesituation der Gemeinschaft in den nächsten Jahrzehnten, die noch ungelösten technischen und finanziellen Probleme sowie die Probleme der Verfügbarkeit von Rohstoffen und Dienstleistungen zu verdeutlichen. Bei der Erfüllung dieser Aufgaben arbeitet er mit der UNIPEDE [1]) zusammen.

2. *Sicherheit der Schnellen Reaktoren*

Der Koordinierungsausschuß Schnelle Reaktoren hat 1971 eine Arbeitsgruppe „Sicherheit" aus Vertretern der Regierungen, der Stromerzeuger, der Industrie, der Forschungszentren und der Genehmigungsbehörden eingesetzt.

Das Mandat dieser Gruppe, die seit ihrer Einsetzung 15mal zusammengetreten ist, kann wie folgt zusammengefaßt werden:

Austausch von Informationen über laufende Forschungs- und Entwicklungsprogramme, Erörterung von Problemen, insbesondere im Bereich der Sicherheit der schnellen Reaktoren, und, sofern zweckmäßig, Ausarbeitung von Vorschlägen für Methoden zur Lösung dieser Probleme und Festlegung gemeinsamer Sicherheitskriterien.

Die wichtigsten Tätigkeiten der Gruppe können wie folgt zusammengefaßt werden:

2.1. Erstellung und Fortschreibung eines Verzeichnisses der in Gang befindlichen FuE-Arbeiten auf dem Gebiet der Sicherheit.

2.2. Erörterung der laufenden FuE-Programme mit dem Ziel, Informationen auszutauschen, Lücken zu schließen, Doppelarbeiten zu vermeiden und Gebiete für mögliche Gemeinschaftsaktionen zu ermitteln.

2.3. Dieser Tendenz zu gemeinsamen Maßnahmen entsprechen die Mandate von zwei auf diesen Gebieten tätigen Untergruppen (Untergruppe „Rechenprogramme zur Beschreibung der den Gesamtkern betreffenden Unfälle" (WAC) und Untergruppe „Containment-Belastung und Verhalten") (CONT).

2.4. Die Arbeiten der Untergruppe „Rechenprogramme zur Beschreibung der den Gesamtkern betreffenden Unfälle" konzentrierten sich überwiegend auf zwei Gebiete:

a) vergleichende Berechnungen unter Verwendung von Programmen, die in den Mitgliedstaaten entwickelt worden sind;

b) Entwicklung eines gemeinsamen europäischen Rechenprogramms zur Behandlung von Gesamtkern-Unfällen;

2.5. Die vergleichenden Berechnungen betreffen einen Standard-Reaktor mit einer Leistung von 1000 MW. Die Berechnungen für einen Kühlmittelverlustunfall wurden abgeschlossen; sie werden den Gegenstand eines ausführlichen Berichts bilden. Zur Zeit werden Berechnungen für einen Unfall mit transistenter Überlast durchgeführt. Diese vergleichenden Berechnungen wurden von allen Beteiligten als sehr nützlich angesehen. Sachverständige aus Nichtmitgliedstaaten (USA) haben letzthin Interesse für eine Teilnahme an diesen Arbeiten bekundet.

2.6. Die Entwicklung des europäischen Programms ist eine sehr wichtige Aufgabe. Für das Programm ist eine modulare Struktur vorgesehen, so daß verschiedene Moduln für die Behandlung bestimmter physikalischer Vorgänge im Zusammenhang mit den Gesamtkern-Unfällen ausgetauscht werden können.

Alle auf diesem Gebiet tätigen Mitgliedstaaten haben sich bereit erklärt, diese Moduln zur

[1]) Union Internationale des Producteurs et Dristributeurs d'Energie Electrique (Internationale Union der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie).

Aufnahme in das gemeinsame Programm zur Verfügung zu stellen.

Die GFS nimmt bei der Entwicklung des Europäischen Unfall-Rechenprogramms eine führende Rolle wahr.

Die Untergruppe „Rechenprogramme zur Beschreibung der Gesamtkern betreffenden Unfälle" hat sich bisher vor allem mit Programmierungsproblemen befaßt, denen grundlegende Bedeutung für die Entwicklung des europäischen Programms zukommt.

2.7. Die Untergruppe „Containment-Belastung und Verhalten" hat sich vorrangig mit dem Programm zur Überprüfung von Rechenprogrammen befaßt, das in Ispra durchgeführt worden ist.

Neue Tätigkeiten liefen vor kurzem im Bereich des Verhaltens von Brennelementen bei ernsthaften Unfällen an. Auf der Grundlage des in der Anstalt Ispra der GFS laufenden Programms, das mit den einzelstaatlichen Programmen koordiniert wird, plant die Untergruppe einen Informationsaustausch über alle Arbeiten auf diesem Gebiet in den Mitgliedstaaten.

2.8. Parallel zu den Tätigkeiten dieser beiden Untergruppen setzte die Arbeitsgruppe Sicherheit ihre Arbeiten zur Festlegung von Sicherheitskriterien fort. Zur Zeit erörtert sie die Sicherheitsstrategien für die in der Gemeinschaft geplanten oder im Bau befindlichen schnellen Reaktoren. Diese Erörterungen dürften ein besseres Verständnis der Gründe ermöglichen, die die Hersteller dazu veranlaßt haben, dieser oder jener Sicherheitslösung bei der Ausführung ihrer Vorhaben den Vorzug zu geben. Die Sicherheitskriterien sollen auf der Grundlage einer Analyse und eines Vergleichs dieser Argumente festgelegt werden.

2.9. Die Gruppe hat sich mit spezifischen Themen befaßt, z. B. Wechselwirkung von geschmolzenem Brennstoff und Natrium, Konzeption der Sekundärumschließung, Unfälle mit Ursachen außerhalb des Kraftwerks, künftiger Bedarf an großen Testeinrichtungen und an Kollektoren für geschmolzenen Brennstoff.

2.10. Schließlich befaßt sich die Gruppe mit einer Reihe von Vorschlägen für künftige Aktionen zur Intensivierung der Arbeiten über die Sicherheit der LMFBR [2]).

Die Vorschläge betreffen u. a. folgende Maßnahmen:

— Ausarbeitung vorläufiger Sicherheitskriterien und sicherheitstechnischer Richtlinien für LMFBR;

— Untersuchung der wichtigsten Unfallszenarios, gegebenenfalls unter Verwendung von Ereignisbäumen;

— Ermittlung von Zuverlässigkeitszielen und Zuverlässigkeitsstrategien;

— Arbeiten auf dem Gebiet der Nachwärmeabführung;

— Arbeiten zur Rechtfertigung der geringen Wahrscheinlichkeit eines Versagens von Strukturen, das von größerer Bedeutung für die Sicherheit wäre;

— Untersuchungen über die Energiemenge, die bei Gesamtkern-Unfällen freigesetzt würde, wenn Verhütungsmaßnahmen und Schnellschlußauslösung fehlschlagen; dazu gehören Untersuchungen über Ausbreitungsmechanismen und über die Wechselwirkung Brennstoff/Kühlmittel;

— Arbeiten über das Verhalten und über die Folgen unfallbedingter Radioaktivitätsfreisetzungen aus LMFBR;

— Überlegungen zu möglichen Sicherheitsaspekten in Zusammenhang mit den spezifischen Stillegungsmaßnahmen bei LMFBR, die sich auf das LMFBR-Konzept auswirken könnten.

3. *Normen und Standards*

Der Koordinierungsausschuß „Schnelle Reaktoren" hat 1974 eine Gruppe „Normen und Standards" eingesetzt, die bisher sechs Sitzungen abgehalten hat.

Zu Beginn ihrer Arbeiten konzentrierte sich die Gruppe vor allem auf die Zusammenstellung eines Verzeichnisses von Normen und Standards für schnelle Reaktoren.

3.1. Die Gruppe beschloß, zuerst den derzeitigen Stand des Wissens auf folgenden Gebieten zu ermitteln:

a) Herstellungsstandards und Qualitätskontrolle:
Auf der Grundlage der Technicatom-Qualitätsnorm hat die Gruppe mit der Prüfung der Varianten der in den einzelnen Ländern angenommenen Entwurfsnormen begonnen.

b) Strukturelle Analyse der Ausrüstung:
Die Gruppe hat auf der Grundlage eines amerikanischen Codes (ASME) damit begonnen, an Hand der über die einzelnen Vorhaben verfügbaren Informationen festzustellen, welche Punkte des Codes zufriedenstellend sind und welche verbessert werden müßten.

c) Werkstoffe:
Die Gruppe begann die Ausarbeitung einer Tabelle von Spezifikationen für Werkstoffe, die für LMFBR Verwendung finden.

d) Klassifizierung der Komponenten:
Die Gruppe begann mit der Festlegung der Grundlagen für die Klassifizierung der für LMFBR-Projekte verwendeten Ausrüstungen.

3.2. Alle diese Arbeiten sind im Gange; nach ihrem Abschluß (planmäßig gegen Ende 1977) sollte

---

[2]) Liquid Metal Fast Braeder Reactor (Schnellbrüter mit Flüssigmetallkühlung)

es möglich sein, die zusätzlichen Maßnahmen, die zur Harmonisierung der Normen und Standards für LMFBR getroffen werden müssen, festzulegen.

Nach den bisher ermittelten Problemen ist anzunehmen, daß künftige Aktionsvorschläge die Durchführung folgender Arbeiten einschließen könnten:

— Erfassung der Verfahren, die als äquivalent akzeptiert werden sollten, unter Angabe etwa notwendiger Begrenzungen;
— Erfassung von verfahrensmäßigen Unterschieden, die einer Lösung bedürfen;
— Vorschläge für Arbeiten zur Bewältigung der wichtigsten Unterschiede;
— Harmonisierung und Festlegung von Planungsmethoden und Planungskriterien für Komponenten, die im höheren Temperaturbereich eingesetzt werden;
— rechnerische Untersuchungen zur Nachprüfung der Übereinstimmung der verschiedenen Programme, die zum Einsatz gelangen;
— Analyse der früheren Erfahrung mit dem strukturellen Leistungsverhalten von Komponenten in Demonstrationsanlagen und großen Natriumkreisläufen;
— Zusammenfassung von Werkstoffdaten aus einzelstaatlichen Programmen; dies ist ein notwendiger Schritt, wenn die internationale Anerkennung der Auslegungskriterien erreicht werden soll;
— Beschaffung von Daten über das Langzeitverhalten von Werkstoffen und insbesondere von Schweißnähten;
— Festlegung der Angaben über Werkstoffe (mechanische Eigenschaften und chemische Zusammensetzung); die mitgeteilt werden sollten, damit diese Werkstoffe allgemein zugelassen werden könnten;
— Annahme eines – von der Gruppe bereits ausgearbeiteten – Handbuchs für die Sicherheitseinstufung von Komponenten in den Mitgliedstaaten der Gemeinschaft für einen Versuchszeitraum von drei Jahren und Überprüfung des Handbuchs nach Maßgabe der Erfahrung.

4. Andere Tätigkeiten des Ausschusses

Der Ausschuß erhält regelmäßig Information und veranstaltet periodische Aussprachen über den Fortschritt und Stand nicht nur der einzelstaatlichen Programme, sondern auch der in der Gemeinschaft in Zusammenarbeit durchgeführten Projekte.

B. Von der Gemeinsamen Forschungsstelle durchgeführte Tätigkeiten

Die FuE-Tätigkeiten der FGS im Bereich der flüssigmetallgekühlten Schnellen Brüter (LMFBR) konzentrieren sich in der Anstalt Ispra (Italien) auf Sicherheitsfragen und im Europäischen Institut für Transurane in Karlsruhe (Bundesrepublik Deutschland) auf plutoniumhaltige Brennstoffe.

Das für LMFBR-Sicherheitsforschung im Rahmen des allgemeinen Sicherheitsprogramms des Mehrjahresprogramms 1977 bis 1980 vorgesehene Budget liegt in der Größenordnung von 37 Mio RE. Das Budget für die Pu-Brennstofforschung beläuft sich auf rund 26 Mio RE.

1. FuE zur LMFBR-Sicherheit

Rechenprogramme zur Beschreibung der den Gesamtkern betreffenden Unfälle

Die Anstalt der GFS hat eine führende Rolle bei der Entwicklung des von der WAC-Gruppe vorgeschlagenen Europäischen Unfall-Rechenprogramms.

Ispra hat das karteiunabhängige Rechenprogramm implementiert und hat einen Vorschlag für eine erste Rechenprogrammfassung ausgearbeitet.

Thermohydraulisches Verhalten der LMFBR-Brennelemente

Die GFS entwickelte und prüfte thermohydraulische Rechenprogramme, die eine quantitative Auswertung der Temperaturverteilung und der Geschwindigkeit des Kühlmittels in den Brennelementen ermöglichen. Die entwickelten Rechenmethoden werden auf Stabbündel mit spezifizierten Fehlern ausgedehnt.

Transistente Siedeformen und Natriumüberhitzung vor dem Sieden sowie das Sieden im stationären Zustand wurden in einfacher Geometrie untersucht.

Künftige Tätigkeiten betreffen die Untersuchung der Blasenverdampfung in eine Bündel-Geometrie mit 12 Stäben und des Siedens in porösen Blockagen.

Die GFS hat mit der Untersuchung eines Frühwarnsystems begonnen, das auf der Analyse des Kühltemperaturrauschens basiert. Simulierte Blockagen in einem elektrisch beheizten Bündel mit 169 Stäben in einem Wasserkreislauf wurden nachgewiesen. Es laufen Arbeiten, um die Anwendbarkeit dieses Frühwarnsystems in einem Reaktor zu demonstrieren.

Wechselwirkung zwischen Brennstoff und Kühlmittel

Die Forschung war darauf ausgerichtet, die Freisetzung von mechanischer Energie während einer Wechselwirkung unter realistischen Unfallbedingungen festzustellen (bis zu 4 kg geschmolzenes UO_2 in Kontakt mit Natrium bei Temperaturen zwischen 300 und 700° C).

Hauptziel künftiger GFS-Tätigkeiten ist die Definition der etwaigen Bedingungen, die eine kohärente und vielleicht heftige Wechselwirkung verursachen.

Wärmeabfuhr nach dem Unfall

Forschungen auf dem Gebiet der Zerfallswärmeabfuhr nach einer hypothetischen Kernzerstörung in einem LMFBR sind ein neuer Tätigkeitsbereich im Rahmen des laufenden Mehrjahresprogramms. Sie

schließen grundlegende Untersuchungen sowie reaktorinterne und -externe Durchführbarkeitsstudien ein.

Verhalten unter dynamischer Belastung

Ein experimentelles und theoretisches Programm zur Entwicklung und Überprüfung von Rechenprogrammen für LMFBR-Behälter ist zwischen den nationalen Laboratorien und der G F S vereinbart worden.

Es wurde eine Lösung der Probleme der transienten Störungsstruktur mit finiten Elementen entwickelt. Andere Rechenprogramme mit finiten Elementen sind in der Entwicklung.

Es wurde bereits auf die Beteiligung der G F S an der Untergruppe „Containment" der Arbeitsgruppe „Sicherheit" hingewiesen. Die Mitwirkung am Programm APRICOT [3]) ist ebenfalls zu erwähnen.

Für die Sicherheit relevante Materialeigenschaften

Das allgemeine Ziel der in der G F S durchgeführten Untersuchungen zur Bruchmechanik ist die Überprüfung geeigneter Methoden für die Beurteilung des rißinduzierten Versagens von LMFBR-Strukturen von Kern und Containment aus austenitischen rostfreien Stählen.

Die Beziehungen Spannung-Dehnung/Dehnungsrate bei Raum- und Arbeitstemperatur unter verschiedenen Materialbedingungen und die Auswirkung der thermischen Alterung auf die Bruchfähigkeit sind untersucht worden.

Ferner läuft ein Bestrahlungsprogramm, in dessen Rahmen geprüft werden soll, ob die Strahlenversprödung durch eine Methode der Bruchmechanik signifikant beurteilt werden kann.

Im gegenwärtigen Mehrjahresprogramm sind Studien über die Anwendung der ultra-akustischen Emmission zum Nachweis von Rissen und Lecks vorgesehen.

2. *FuE über LMFBR-Brennstoffe*

Brennstoffe aus (U/Pu) Mischkarbiden, -karbonitriden und -nitriden

Besonders wichtig für nichtoxidische fortgeschrittene Brennstoffe ist ihre Empfindlichkeit gegen Schwellen, die zu einem Versagen des Brennstabs durch Bruch der Hülle führen kann. Auf Grund von Laborexperimenten, Bestrahlungen im schnellen Reaktor und nach Bestrahlungsprüfungen war es möglich, ein relativ vollständiges halbquantitatives Bild des Schwellens und der Spaltgasfreisetzung in nichtoxidischen plutoniumhaltigen Brennstoffen zu gewinnen.

[3]) Initiiert von der amerikanischen ERDA zum Vergleich der vorhandenen Rechenprogramme für die Containment-Belastung.

Messungen der Wärmeleitfähigkeit von Brennstoffen verschiedener Zusammensetzung, reaktorinterne Messungen der Brennstofftemperatur mit einem neuartigen Temperaturfühlgerät (Ultraschallthermometer) und Messungen der Leitfähigkeit des Spalts Brennstoff/Hülle mit einer thermischen Oszillatortechnik wurden durchgeführt und weitere Experimente sind geplant.

Neuentwickelte Ausrüstungen, die weitgehend automatisch arbeiten, sind für Isotopenanalysen schwerer Nuklide und bestimmter Spaltprodukte eingesetzt worden. Die Ergebnisse wurden auf Probleme des Brennstoffmanagement und auf die Sicherheitsüberwachung angewandt.

Eine ganz neue Technik hat es ermöglicht, Dampfdrücke ausgewählter Brennstoffmaterialien bis zu Temperaturen von 5000 K zu messen. Die Zustandsgleichung für UO_2 ist abgeleitet worden, und als ein erster Schritt in Richtung auf die künftigen Arbeiten über die Zustandsgleichung von Mischkarbiden wurde das Verdampfungsverhalten dieser Brennstoffe bei Temperaturen bis zu 2500 K gemessen.

In die Untersuchung der nichtoxidischen fortgeschrittenen Brennstoffe sollen Forschungen über die Einsatzgrenzen dieser Brennstoffe einbezogen werden. Ferner werden diese Arbeiten auf Forschungen über die sichere Handhabung von Plutoniumverbindungen und einige besondere Sicherheitsaspekte der Headend-Wiederaufarbeitung von plutoniumhaltigen Karbidbrennstoffen ausgedehnt.

Mischoxid-Brennstoffe

Bei den Mischoxid-Brennstäben ist die chemische Wechselwirkung zwischen Brennstoff und Hüllmaterial bei hohen Abbrandwerten ein wichtiger begrenzender Faktor. Ausgedehnte Untersuchungen der Prozesse, die zur Hüllrohrkorrosion unter Bestrahlung führen, sind durchgeführt worden. Als Ergebnis konnten einige grundlegende Aspekte von Korrosionsvorgängen durch verfeinerte analytische Methoden geklärt werden. Experimente zur Simulierung von Korrosionsvorgängen und Nachbestrahlungsuntersuchungen unter Anwendung neuentwickelter Techniken (Interferometrie, magnetisches Ätzen und EMK-Verfahren) haben ferner aufgezeigt, in welchem Maße die Hüllrohrkorrosion von der anfänglichen Stöchiometrie, der Temperatur des Hüllmaterials und dem Abbrandwert abhängt.

Durch Kombinierung dieser experimentellen Ergebnisse mit Daten und Vorausberechnungen aus der Literatur konnte erstmalig eine Hypothese über den wahrscheinlichsten Mechanismus der Korngrenzenkorrosion von Hüllmaterial aufgestellt werden.

Ein auf dieser Theorie basierendes Modell soll im ersten Teil des gegenwärtigen Mehrjahresprogramms ausgearbeitet werden.